

다중이용시설물 이용객의 흐름관리를 위한 3D 기반 공간 이벤트 정보 관리시스템의 개념 제안

Suggesting A Concept of 3D Spatial Event Information Control System for Visitor Flow Control in Multi Complex Building

안 병 주* 윤 자 영** 김 재 준***
Ahn, Byung-Ju Yoon, Jayoung Kim, Jae-Jun

요 약

다중이용시설물에서 이용객의 안전을 책임지는 관리자들은 인간의 판단에 의존한 (human-based) 의사결정과정을 통해서 자신들의 과업과 관련된 의사결정을 내린다. 그러나 이 과정 속에는 인적과오(human error) 발생으로 인한 인재 발생의 가능성이 상존하고 있다. 이러한 현상은 관리자의 의사결정 과정을 지원하기 위한 기술 기반 (technology-based) 의사결정 지원체계를 구축함으로써 개선할 수 있다. 3D CAD와 3D GIS 기술 등의 공간관리 기술과 이미지 프로세싱 기술 등 첨단 IT 기술들의 컨버전스를 통해 구축된 공간 관리 시스템은 관리자들에게 프로액티브한 상황 정보를 제공해 주어, 재난상황에 대해 미리 대책을 수립하여 실시간으로 대응하게 해 줌으로써 궁극적으로 인재 발생의 가능성을 줄일 수 있는 여지가 있다.

본 연구는 이러한 니즈에 기인하여 다중이용시설물에서 이용객의 흐름을 관리하기 위한 기술기반 (technology-based) 시스템의 개념을 제안하고, 시스템의 개발을 위한 요소기술의 도출 및 통합화방안을 제안했으며, 이것의 기대효과에 대해 설명하고 있다.

키워드: 다중이용시설물 이용객의 흐름관리 시스템, 3D 기반 공간 이벤트 정보관리 시스템, 3D 캐드, 3D 지리정보시스템, 이미지프로세싱

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

우리나라는 1960년대 이후 급격한 산업화를 통해 비약적인

경제 성장을 이루었으며, 이로 인하여 사람들의 주거 문화 또한 달라져 왔다. 특히 주거 공간에 대한 요구 수준은 우리나라의 경제적·사회적 변화와 밀접한 관계를 가지고 있다.¹⁾ 소비자들의 소득 및 교육수준 등이 향상되고, 건축생산기술이 발전함에 따라 이들의 요구 수준 또한 높아지고 있다. 특히 이러한 수요와 경제성 측면 등을 배경으로 다중이용시설물(multi complex building)²⁾의 건설사태가 증가하고 있다.

이처럼 건축물의 이용시설이 다양해질수록 그것의 내·외부 공간은 복잡해지며, 유동인구는 증가하게 된다. 이러한 현상은 자연스럽게 건축물의 운영 효율을 떨어뜨리고, 이용자들에게 불편함을 초래함으로써 궁극적으로 이용객들의 삶의 질을 저하시킬 수 있다. 그리고 대형사고 발생 등과 같은 재난 발생을 초래할 우려가 있다.

현재 다중이용시설물에서 이용객의 안전을 책임지는 관리자들은 위기상황이 발생하였을 때 CCTV 등을 사용하여 상황에 대한 정보를 얻은 후 이 정보에 기인해서 자신의 임무에 맞는 조치를 취한다. 이때 관리자가 상황정보를 시의 적절하게 인지했을 경우에는 적합한 조치를 취할 가능성이 높지만, 그렇지 못할 경우 관리자는 문제발생의 가능성마저도 깨닫지 못할 수 있다. 이

* 일반회원, 전주대 공과대학 건축공학과 조교수, 공학박사(교신저자)
bjahn@jj.ac.kr

** 일반회원, 한양대 대학원 건축환경공학과, 석박사통합과정,
nyx80@hanyang.ac.kr

*** 중신회원, 한양대 건축대학 건축공학과 정교수, 공학박사,
jjkim@hanyang.ac.kr

1) 여흥구, (2005), "도시 및 단지," 건축, 대한건축학회, 제 49권 제 11호, pp. 71~73.

2) 건축법시행령 제5조 제4항 제3호에 따르면 문화 및 집회시설(전시장 및 동식물원은 제외), 종교시설, 판매시설, 운수시설, 의료시설 중 종합병원 또는 숙박시설 중 관광숙박시설의 용도에 쓰이는 바닥면적의 합계가 5,000 제곱미터 이상인 건축물 또는 16층 이상인 건축물을 다중이용건축물이라고 정의하고 있다. 또한 박재성(2005)에 따르면 다중시설이란 판매영업, 유흥 등의 목적으로 불특정 다수인이 이용 가능한 시설을 총칭한다고 정의하고 있다.

본 연구는 한국건설교통기술평가원 연구비 지원에 의한 연구의 일부임. 과제번호 06건설핵심D06.

는 관리자들의 의사결정 과정이 인간에 판단에 의존(human-based)하는 데에 기인하는데, 이로 인하여 이 과정 속에는 인재(人災) 발생의 가능성이 상존하고 있다고 할 수 있다.

예로서, 현재 다중이용시설물뿐만 아니라 대부분의 건축물의 복도, 엘리베이터 내부 등에는 이용객·거주자들의 이동, 보안 등을 관리하기 위한 목적으로 CCTV가 설치되어 있다. 그리고 이것을 통해서 촬영된 영상자료들은 관리실 혹은 상황실에 설치된 모니터에 동영상으로 나타나며, 동시에 서버에 디지털 정보로 저장된다. 그런데 이 정보들은 실시간으로 관리자의 주목을 받지 못할 경우, 기록으로서의 가치만으로 그 의미가 한정된다.

즉 사고예방의 측면에서 보았을 때, 영상정보는 실시간으로 매 순간마다 관리자의 주목을 받아야만 하고, 이를 통해서 관리자에 의해 정보의 가치가 평가되고 구분되어야만 한다. 그러나 하나의 이벤트(event)가 발생하는 시점은 예고된 것이 아니다. 따라서 발생 시기를 알 수 없는 이벤트를 인지하기 위해 관리자는 장시간 동안 모니터 화면을 주시해야만 하는데, 이것은 현실적으로 거의 불가능하다.

이 문제점은 관리자의 의사결정 과정을 지원하기 위한 기술 기반(technology-based) 의사결정지원체계를 구축함으로써 개선할 수 있다. 여기서 technology-based 의사결정이란 시스템에 의해 영상 정보들이 필터링 되고, 상황에 따라 적합한 경보 신호가 시스템적으로 발생됨으로서 장시간 동안 집중력을 발휘할 수 없는 관리자가 범할 수 있는 인적과오(human error)를 줄일 수 있는 의사결정 과정을 의미한다. 이를 통해서 관리자는 실시간으로 상황 정보를 인지하여 위기상황에 대응할 수 있는 적절한 조치를 취할 수 있어 궁극적으로는 인재 발생의 가능성을 줄일 수 있다.

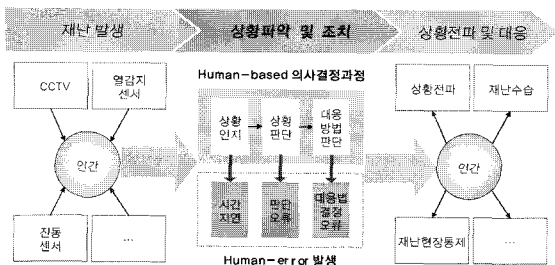


그림 1. Human-based 의사결정의 문제점

이러한 기술적 니즈에 기인하여, 다중이용시설물에서 이용객의 흐름을 관리하기 위한 관리 시스템에 대한 개념을 제안하는 것이 본 연구의 목적이다.

1.2 대구 지하철 화재 사고

이 절에서는 본 연구의 필요성을 부연 설명하기 위해 인적 과

오에 기인한 다중이용시설물에서의 대표적인 사고사례인 대구 지하철 화재 사고의 개요, 원인, 피해액 등을 설명하고 있다.

이 사고는 2003년 2월28일 오전 10시경 대구 지하철 1호선 중앙로역에서 심신상태가 온전치 못한 한 사람이 전동차에 기름을 붓고 불을 지른 사건이다.

이날 화재로 객차에 타고 있던 승객들이 불에 타거나 유독가스에 질식돼 192명이 사망하고 148명이 부상했다. 인명 피해는 처음 화재가 난 1079호 전동차 보다 맞은 편에 도착한 1080호 전동차에서 더 컸는데, 이는 불이 옮겨 붙었음에도 객실 문이 열리지 않아 많은 승객들이 변을 당했기 때문이다. 1080호 전동차의 기관사는 영점결에 차량문을 닫은 채 대피했으며, 이로 인해 1080호 전동차의 객차 안에서 빠져나가지 못하고 숨진 시신이 100여 구에 달했다.

이 사건이 대형 참사가 되었던 근본적인 원인은 화재 발생 직후 종합사령실의 관리자들과 기관사가 초기에 능장 대응한 것이다. 이로 인해 객차 내에서 영문도 모르고 갇힌 승객들의 인명 피해가 특히 컸다.

만약 종합사령실의 관리자들과 기관사가 화재 사실을 안 후 1080호 전동차를 중앙로역으로 진입시키지 않았거나, 그대로 통과시켰더라면 인명 피해는 훨씬 더 적었을 것이다.

이 화재로 인한 물적 피해는 지하철 전동차 등 324억 원, 중앙로역사 피해 246억 원, 지하철 역 주변 상가 피해액 45억 원 등 총 615억 원 등으로 집계되었다.

1.3 연구 범위 및 방법

본 연구과제의 범위는 다중이용시설물 이용객의 흐름관리를 위한 관리시스템의 개념 제안, 시스템 개발을 위한 요소기술들의 도출 및 통합화 방안의 제안, 이 시스템의 기대효과 등을 설명하는 것으로 한정한다.

본 연구에서는 이 시스템을 3D 기반 공간이벤트 정보관리 시스템(3D Spatial Event Information Control System, 이하 3D SICS라고 표기)이라고 명명한다.

본 연구의 진행과정을 설명하면 다음과 같다.

- (1) 본 연구에서 제안하고자하는 시스템의 핵심 기능들과 관련된 기존 연구사례들을 고찰한다.
- (2) 3D SICS의 개념을 제안하고, 이것의 개발을 위한 요소기술들의 도출, 통합화 방안 등을 설명한다.
- (3) 3D SICS 개발을 통해 기대되는 효과들을 설명한다.

2. 기존 연구 고찰

현재까지 건축공학분야에서 다중이용시설물 이용자의 흐름관리 위한 인간이동의 추적에 대한 연구사례는 없다. 이와 유사한 연구는 주로 전자공학분야에서 진행되어 왔는데, 이를 정리하면 다음과 같다.

이동 중인 물체의 위치나 경로를 추적하기 위해서는 이동 물체에 부착한 태그, 이 태그가 발신하는 신호를 감지하기 위한 센서, 그리고 이때 발생하는 데이터를 관리하기 위한 시스템 등이 필요하다. 현재 많은 연구자들이 관심을 가지고 있는 유비쿼터스 기술 개발은 이것의 좋은 예이다.

그러나 유비쿼터스 기술을 인간의 위치 추적 등에 사용할 경우 사생활 침해의 우려가 있는 등 현실적으로 해결해야만 하는 문제가 있다. 따라서 이 기술은 국가 주요 기관, 기업 등과 같이 허가 받은 소수의 사람들만이 출입할 수 있는, 특히 보안이 강조되는 시설물들에서의 인간이동 추적에 적합하다고 할 수 있다.

이에 반하여 다중이용시설물에서와 같이 특정의 태그를 소지하지 않은 일반인들의 위치나 이동경로 등을 추적하기 위한 연구가 전자공학의 이미지 프로세싱 분야에서 진행되어 왔다. 여기서 이미지 프로세싱이란 카메라로 촬영된 영상을 시스템 상에서 자동적으로 분석하여 필요한 정보를 도출하는 기법이다. 표 1은 이러한 연구에 대한 사례들을 정리한 것이다.

표 1. 이미지 프로세싱 기법을 사용한
군중밀도 추정 및 이동 흐름 추정 연구 사례들

주요 연구	연구자	연구 내용
군중 밀도 추정 연구	Dong Gray 외 2명 (2006)	픽셀기반 특정광과 사상함수를 이용한 군중수 추정 방법
	Bo Wu 외 1명 (2005)	경계선 영상의 짧은 일부만으로 정의되는 특징을 이용한 사람 검출 방법
	Xiaoyu Huang 외 2명 (2004)	스테레오 카메라를 이용하여 사람의 머리를 검출하는 방법
	Tao Zhao 외 1명 (2004)	사람을 3차원 공간상의 타원면으로 모델링하여 영상 내에서 사람을 검출 및 추적하는 방법
	Sheng-Fuu Lin 외 2명(2001)	사람의 머리 검출을 이용하여 카메라의 자세를 추정하고 이를 통하여 카메라의 자세 변화에 따른 영상 변화에 강인하게 대응할 수 있는 사람 수 추정 방법
이동 흐름 추정 연구	Sergio A. Velastin 외 2명 (2005)	영상에서 픽셀 기반의 특징을 추출하고 이를 이용하여 군중밀도를 추정하는 방법
	Ernesto L. Andrade 외 1명 (2006)	연속된 영상에서 움직임 벡터를 추출하고, 이를 이용하여 군중의 이동을 분석하고 위험 상황을 감지하는 방법
	Thou-Ho Chen 외 2명 (2006)	문 위에 설치된 카메라의 영상에서 배경 영상을 제거한 전경 영역을 구분하고, 각각의 전경 영역을 추적들 통하여 사람의 이동 및 숫자를 추정하는 방법
	Giovanni Garboto 외 1명 (2005)	스테레오 비전 시스템을 이용하여 3차원 영상을 구성하고, 이를 이용하여 영상내의 사람 수를 추정하는 방법
	Antonio Abiol 외 2명 (2000)	지하철 문의 상단에 설치된 카메라에서 입력된 영상을 이용하여 지하철을 이용하는 사람의 숫자를 추정하는 방법
K. Terada 외 2명 (1999)	카메라를 천장에 설치하고 그 아래로 지나가는 사람을 추적하고 이를 통하여 이동하는 사람 수를 추정하는 방법	

그림 2는 이해를 돕기 위해 이미지 프로세싱 기법을 사용해서

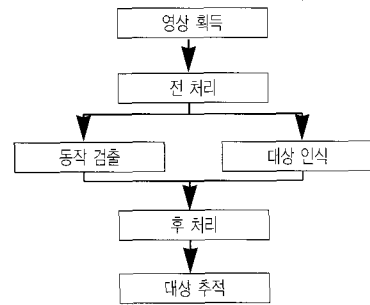


그림 2. 동작물체 검출 및 추적 절차

움직이는 물체를 검출하고 추적하는 절차를 정리한 것이다.³⁾

먼저 설치된 카메라가 일정한 시간 간격으로 영상을 촬영한다. 촬영된 영상은 시스템 상에서 전처리를 통해서 노이즈 제거, 화면의 선명도(brightness) 조절 등이 수행된다. 다음으로 화면 속의 배경과 움직이는 물체를 구분하여 동작을 검출하고, 움직이는 대상을 인식한다. 특히 움직이는 대상이 사람일 경우에는 사람마다 차이가 있는 머리카라의 윤곽선 등을 패턴매칭 기법을 사용하여 인식하며, 이를 통해 동일인의 여부, 움직이는 사람의 인원수 등을 구분한다. 다음으로는 후처리를 실시하여 배경 등을 삭제한 다음 이 영상 정보를 시스템의 임시 메모리에 저장한다. 그리고 다시 수 초 후에 동일한 장소를 촬영하여 영상을 획득하고 후처리까지 실시한 다음, 이 영상정보를 메모리에 저장한다. 그리고 이 두 영상 정보를 비교/분석하여 움직이는 물체의 방향(motion vector)을 계산한다.

이 과정에서 움직이는 대상이 일인일 경우에는 시스템이 이를 정확하게 인식할 수 있으나, 만약 다수의 군중이 이동할 경우에는 시스템이 정확한 인원수를 계산하지는 못하는 한계가 있다. 이 경우 시스템은 카메라에 촬영된 군중의 영상 면적을 계산한 다음, 이를 일인이 이동할 때 찍은 사람의 영상 면적으로 나눔으로서 개략적인 인원수를 계산한다. 현재까지 이 방법의 정확도는 약 85% 정도인 것으로 알려져 있다. 그림 3은 CCTV 카메라가 촬영한 원 영상을 이미지 프로세싱하여 이동 객체만 분리한 영상을 보여주고 있다.

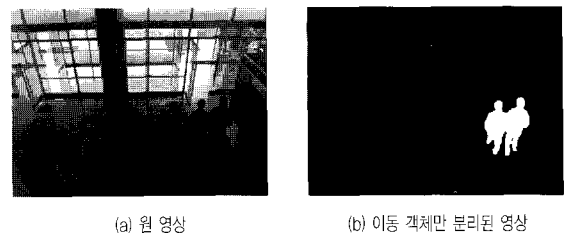


그림 3. CCTV 카메라가 촬영한 원 영상과
이미지프로세싱을 통해 이동 객체만 분리된 영상의 예

3) 한일호, "자동물체 추적기술 개요," La-Terra 사의 내부 교육 자료, 2006.

그리고 표 2는 건축계획 등의 분야에서 수행되었던 피난관리 관련 연구 사례들을 정리한 것이다. 이는 본 연구에서 제안하는 3D SICS가 재난 발생 시 이용객들에게 안전한 피난경로를 검색해서 전파하는 기능을 가지고 있는 바, 관련된 연구 사례들을 조사했다.

표 2. 피난 관리 관련 연구 사례들

구분	연구자	연구 내용
관련 연구	김수영 외 3명 (1998)	피난변수들을 고려한 대피알고리즘 개발 C언어를 사용 피난예측 프로그램의 개발
	홍천화 (2002)	초고층 건축물의 방재계획과 피난계획, 피난시간 계산을 위한 시뮬레이션 실험
	박재성 외 1명 (2004)	화재시 재실자의 피난경로 선택 분석 서울 동대문 D타워에서 인간 군집을 대상으로 피난행동 실험
	안은희 (2005)	기존의 복합영화관 사례분석을 통해 불합리한 요소를 찾아내고 이를 개선할 수 있는 방안을 제시
	소은탁 외 1명 (2005)	수직형, 수평지하형, 수평피난층형으로 분류하여 분석하고 사용자 의식조사와 피난 시뮬레이션 분석을 통해 피난계획에 접근
	박창영 외 1명 (2006)	SIMULEX 프로그램에 적용된 신체특징에 대해 검토하고 한국인 표준 체위를 새롭게 적용시켜 시뮬레이션 실시후 분석
	홍원화 외 2명 (2006)	대구지하철 사고 시 피난활동 분석 연령대별 피난특징분석, 시간대별 피난활동분석
	최재필 외 2명 (2006)	해당공간에서의 피난 시 이동거리와 해당공간구조의 시각적 속성을 상징하고, 이를 바탕으로 피난비용의 개념을 정량화하는 모형제안
	John J. Fruin (1993)	인구가 밀집한 공간에서 발생한 재난 사례를 분류하고 그에 대한 원인과 예방책을 제시함
	Thompson P.A. 외 1명 (1995)	'SIMULEX'를 이용해 인간 그룹의 이동을 묘사하고 행위를 예측, 사례분석을 실시함.
피난 관리	Lars Benthorn 외 1명 (1999)	사례 분석을 통해 화재상황에서 사람들의 대처 양상을 분석하고 거리, 천일도 등의 변수에 따라 탈출구 선택의 법칙을 도출. 특정 공간을 정의하고 사람들의 피해경로 사인의 인지정도를 분석.
	Xiaoshan Pan 외 3명 (2000)	인간의 사회적 행동에 근거하여 다양한 방식의 컴퓨터 프레임워크를 제시. 자동화 시스템은 가정-해석-가정을 반복해서 다양한 모델을 도출. 프로토타입을 'MASSEgress'라 하고 긴급상황에서의 탈출경로 분석
	Lo S.M. 외 3명 (2002)	복합공간에서 공간 디자인은 인간의 행동에 영향을 미친다는 전제 하에 재난 시 사람들의 행동을 관찰. 재난 시 문제점은 공간의 레이아웃 뿐 아니라 각각의 작은 요소에서도 비롯되기에 컴퓨터 모델링은 디자인자와 유지관리자 모두에게 제공되어야 함
	Ronald Oldengarm (2003)	빌딩의 공간 규칙을 이용해 같은 위험정도의 탈출 경로를 도출하고 최적화된 탈출 경로를 디자인하는 모델을 제시. 15층 이상 규모의 건물에 모델을 적용하여 시뮬레이션 실시
	A.K. Gupta 외 1명 (2004)	효율적이고 빠른 탈출경로를 도출하는 'SAFE-R'을 제안. 알고리즘 분석을 통해 거주자의 탈출 흐름을 분석. 네트워크 최적화 이론을 각 경로를 정의하고 비교
	D.L. Zhao 외 2명 (2006)	'social force' 자동화 모델을 거주자의 대피에 응용. 위치의 이동과 보행자의 흐름, 탈출구의 구조 사이의 관계를 조사하여 건물 크기에 따른 탈출구의 위치를 계산

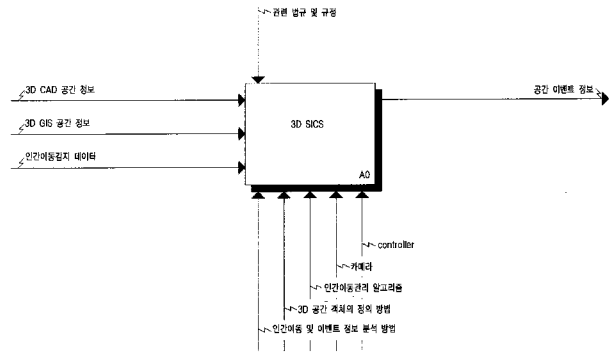


그림 4. 3D SICS의 기능 개요 - Level 1

그림 5는 그림 4의 내용을 좀 더 세분하여 나타낸 것으로서, 주요 액티비티로는 공간구성 및 위상관계 분석, 인간이동감지 및 이벤트 분석, 인간이동관리 분석, 공간이벤트 관리 등이 있다. 여기서 주목할 내용은 공간 이벤트 관리(A4)의 아웃풋인 공간 이벤트 정보가 이전의 액티비티들로 피드백되고 있음을 보여주고 있다. 여기서 공간 이벤트 정보란 공간 정보와 이벤트 정보를 통합한 것이다.

3.1.1 3D SICS의 관리 정보

다중이용시설물의 관리자는 시설물 내부에서의 사건·사고 예방, 이용객의 안전 보장, 재난 발생 방지 등을 위해 수많은 상황 정보들을 수집하여 분석하고, 상황에 적합한 조치를 강구한다. 이때 수집된 상황정보들은 발생 위치, 내용, 시간 등에 의해 구분되고 구체화되어지는데, 이를 위해서는 시설물의 각 실들의 위치와 구조 등을 보여주는 공간 정보, CCTV, 각종 센서, 보고 체계, 경보체계 등을 사용해서 발생한 상황정보의 신속 정확한 인식과 이것의 전파 등을 가능하게 하는 관리 시스템이 필요하다.

이때 공간정보는 다중이용시설물의 내부공간정보뿐만 아니라 다중이용시설물 주변의 외부공간정보까지도 포함되어야만 한다. 이는 다중이용시설물에 접근하는 이용객들이 예기치 못한 이벤트들(예, 안전사고의 발생, 병목 현상으로 인한 출입구의 기능 마비, 재난 발생 등) 때문에 시설물 이용에 커다란 불편을 겪거나 안전사고를 당할 수도 있고, 자칫 이로 인해 시설물의 기능까지도 마비될 수 있기 때문이다. 따라서 다중이용시설물의 내부 공간정보와 외부 공간정보를 통합 관리하는 것이 그렇지 않는 경우보다 더 바람직하다고 할 수 있다.

또한 다중이용시설물의 외부에서 발생한 하나의 이벤트는 시설물 내부에서 또 다른 이벤트의 발생을 야기 시키는 원인이 될 수 있으며, 이것의 역도 성립된다. 예로서 시설물 내부에서의 화재 발생은 특정 출입구로의 군중 과밀화를 초래하고, 이로 인해

3. 3D SICS의 제안

3.1 3D SICS의 개념 모델

본 연구에서 제안하는 3D SICS의 개념을 정리하면 그림 4와 같다. 이것은 IDEF0로 작성된 것이며, IDEF0의 표기 방법은 이미 많은 연구자들에 의해 소개되어왔기 때문에 본고에서는 생략한다.

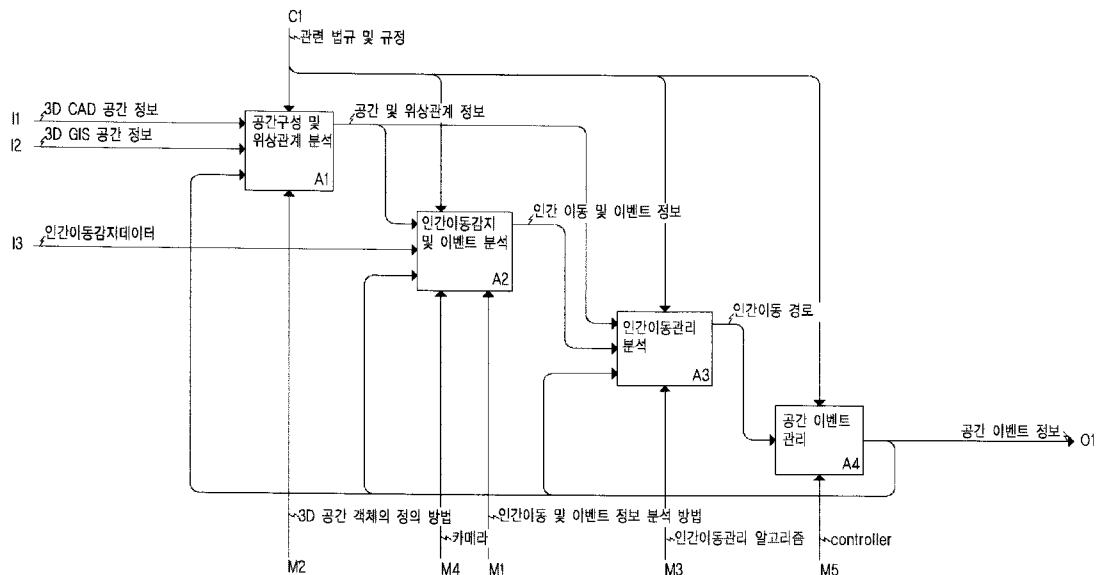


그림 5. 3D SICCS의 기능 개요 - Level 2

외부 도로망, 주차 공간의 기능 마비 등을 가져올 수도 있다. 따라서 다중이용시설물의 내부 이벤트 정보와 외부 이벤트 정보를 통합 관리하는 것이 그렇지 않는 경우보다 더 유의하다고 할 수 있다.

3.1.2 매커니즘들

본 연구에서 제안하는 3D SICCS의 주요 매커니즘들은 인간이동 및 이벤트 정보 분석 방법, 3D 공간객체의 정의 방법, 인간이동관리 알고리즘, 카메라, 관리자(controller) 등이다. 이것들을 설명하면 다음과 같다.

첫째 인간이동 및 이벤트 정보 분석 방법이다. 이것은 카메라가 촬영한 영상정보를 이미지 프로세싱하기 위한 방법이다. 주요 내용으로는 다수의 군중에 대한 영상을 토대로 사람의 인원수를 계산하는 것, 실내 공간의 조명 상태/최적의 카메라의 설치 위치 결정 등에 대한 것이다.

둘째, 3D 공간객체의 정의 방법이다. 이것은 3D CAD가 가지고 있는 다중이용시설물의 내부공간 정보가 3D GIS에서도 호환될 수 있도록 하기 위한 방법을 의미한다.

셋째, 인간이동관리 알고리즘이다. 이것은 재난 발생 시 각 공간에 위치하고 있는 이용객들을 안전하게 대피시키기 위한 피난 경로를 탐색하는 것이다.

넷째, 카메라이다. 이것은 현재 많은 다중이용시설물들에서 보안 등의 목적을 위해 사용되는 CCTV용 카메라를 그대로 사용할 수 있으며, 요구되는 성능으로는 초당 15 프레임 이상의 영상을 촬영할 수 있는 기능이 요구된다.

다섯째 관리자이다. 관리자는 다중이용시설물의 안전, 재난 방지 등의 과업을 수행하는 자로서, 3D SICCS를 사용하여 다중이용시설물 내의 공간 이벤트 등을 관리하는 사람이다. 특히 재난 발생 상황에서는 재난 발생 사실을 전파하고, 이에 따르는 적절한 조치를 강구·전파하며, 그 결과를 확인/점검하는 등의 임무를 수행하는 자이다.

3.1.3 시스템의 요소 기술들과 요구 기능들

본 연구에서는 이러한 특성에 기인하여 공간정보와 이벤트 정보를 통합 관리할 수 있는 정보관리 시스템에 필요한 요소기술들과 시스템들의 요구 기능들을 도출하였다.

첫째 공간정보관리의 경우, 내부 공간정보관리를 위한 기술로는 3D CAD를 사용한 정보관리 기술이, 외부공간정보는 3D GIS를 사용한 정보관리 기술이 도출되었다. 그리고 이것들을 통합 관리할 수 있는 시스템 기능(본 연구에서는 이것을 3D SICCS 엔진이라고 명명한다)이 필요함을 알 수 있었다.

둘째 이벤트정보의 경우, 기존연구고찰 결과를 근거로 이미지 프로세싱 기술이 도출되었으며, 이 기술을 통해서 수집된 영상정보들을 통합 관리할 수 있는 시스템 기능(본 연구에서는 이것을 인간이동감지시스템이라고 명명한다)이 필요함을 알 수 있었다.

먼저 공간 정보들은 다중이용시설물의 내부 공간정보를 표현한 3D CAD의 공간정보와 다중이용시설물의 외부 공간정보를 표현한 3D GIS의 공간정보를 통합함으로써 관리가 가능하다. 그러나 기술적으로 3D CAD의 공간정보와 3D GIS의 공간정보를 직접 통합하는 것이 불가능하기 때문에 이를 위해 3D SICCS

엔진이 개발되어야 한다. 이것은 다중이용시설물의 내부공간정보 DB와 외부공간정보 DB의 통합, 그리고 이 DB들을 관리하기 위한 시스템 등으로 구성된다.

내부공간정보 DB와 외부공간정보 DB의 통합 방법으로는 3D CAD가 가지고 있는 다중이용시설물의 내부공간정보가 3D GIS가 가지고 있는 다중이용시설물의 외부공간정보의 하나의 속성(attribute)이 되도록 변환시킴으로써 가능하다. 이를 위해 공간 데이터 변환 및 통합 모듈의 개발이 필요하다.

그리고 이벤트 정보들은 이미지 프로세싱을 위한 카메라를 다중이용시설물의 내/외부에 설치하고, 이 카메라들이 획득한 영상 정보들을 처리할 수 있는 서버를 다중이용시설물의 통제실에 설치한 후 이것들을 유선으로 연결한다.

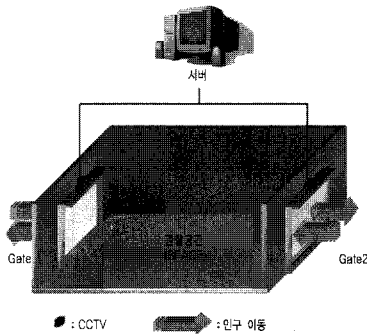


그림 6. 이미지프로세싱을 위한 카메라 설치 개념도

그리고 이 서버가 분석한 결과를 3D SICS에 전달하기 위한 데이터 변환과 분석을 위한 인간이동감지 시스템이 필요하다. 이를 통해 3D SICS는 다중이용시설물의 내·외부 이벤트 정보를 획득할 수 있으며, 3D SICS 엔진과 인간이동감지시스템은 통합이 가능하다.

그림 7은 이상의 내용을 토대로 본 연구에서 제안하는 3D SICS 엔진의 개념 모델이다. 3D SICS 엔진은 데이터 처리 부분과 SICS 엔진으로 이루어져 있다. 데이터 처리부에서 처리하는 데이터들은 이미지 프로세싱 데이터, 3D CAD 데이터, GIS 공간 데이터, GIS 속성 데이터, 화재감지 센서 데이터 등이다. 이것들은 각각 인원 인식 모듈, 공간 데이터 변환 및 통합 모듈, 재난 발생 감지 모듈 등을 통해 3D SICS 엔진으로 입력된다. 그리고 3D SICS 엔진에서 데이터베이스 관리 모듈, 공간 분석 모듈, 모니터링 모듈, 네트워크 분석 모듈, 피난 경로 안내 모듈 등을 통해서 관리된다.

특히 재난 발생 시 3D SICS 엔진은 다중이용시설물의 경보 장치 등에 재난 발생 사실을 전달하며, 이를 통해 이 시설물이 갖추고 있는 경보 시스템(alarm system)이 가동되도록 설계되어 있다(예, 경보 작동, 소방서 자동 연락, 비상구 안내 등).

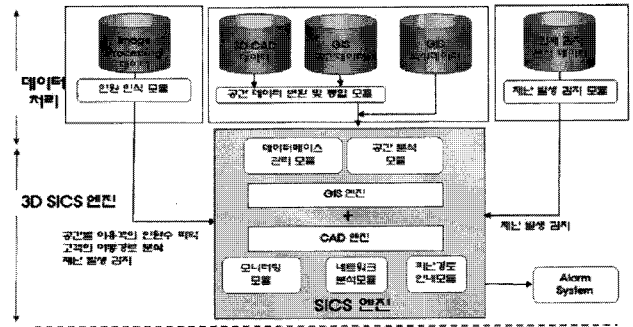


그림 7. 3D SICS 엔진의 개념 모델

3.1.4 액티비티들

(가) 공간구성 및 위상관계 분석 (A1)

이 액티비티의 인풋은 3D CAD 정보와 3D GIS 정보이며, 이것들은 3D CAD데이터, GIS 공간 데이터, GIS 속성 데이터 등을 통합하기 위한 공간 데이터 변환 및 통합 모듈에 의해 통합된다. 분석 내용으로는 3D SICS가 설치되어 있는 다중이용시설물의 공간의 구성과 각 공간들 간의 위상 관계이다.

분석을 위해서는 다중이용시설물의 각 공간들에 대한 분류 체계가 필요하며, 3D CAD 파일을 사용해서 3D 공간객체를 추출하기 위한 방안이 필요하다. 현재 이 분류체계는 특정 다중이용 시설물에만 국한되어 있는 관계로 일반화되지는 못 했으며, 이것의 일반화를 위한 연구가 진행 중에 있다.

또한 본 연구에서는 3D CAD 시스템으로서 ArchiCAD를 사용하며, ArchiCAD 파일에서 공간 객체는 GDL(Geometric Description Language)을 사용하여 객체화된다. 아직까지 본 연구에서는 공간 객체 하나하나를 대상으로 수작업을 통해서 객체화 작업을 진행하고 있는데, 현재 이 과정을 자동화하기 위한 연구가 진행 중에 있다.

그리고 이 액티비티의 아웃풋은 공간 및 위상관계 정보이며, 이것들은 후속 액티비티들인 인간이동감지 및 이벤트 분석과 인간이동관리 분석의 인풋이 된다.

(나) 인간이동감지 및 이벤트 분석 (A2)

이 액티비티의 인풋은 CCTV 카메라가 촬영한 인간이동감지 데이터, 공간 및 위상관계 정보이며, 분석 내용은 이미지 프로세싱을 실시하여 CCTV 카메라에 의해서 촬영된 영상정보를 분석하여 인간의 숫자, 밀도, 이동 속도 등을 도출이다.

분석 과정은 '2. 기존 연구 고찰'에서 설명한 이미지프로세싱 과정을 통해서 진행된다. 이때 본 연구를 위해 개발해야만 하는 몇 가지 요소 기술들이 있다. 이를 간략히 정리하면 카메라의 위

치 선정, 군중 밀도 추정 방법/이동 흐름 추정 방법 등에 대한 알고리즘 개발, 배경화면/조명 등의 차이를 극복해서 좀 더 이미지 프로세싱 결과를 개선하기 위한 기술 개발 등이다. 현재 카메라의 위치 선정, 군중 밀도 추정 방법/이동 흐름 추정 방법 등에 대한 알고리즘의 개발은 완료되었으며, 배경화면/조명 등의 차이를 극복하기 위한 기술은 개발 중에 있다.

이 액티비티의 아웃풋은 인간이동 및 이벤트 정보이며, 이것은 후속 액티비티인 인간이동관리 분석의 인풋이 된다.

(다) 인간이동관리 분석 (A3)

이 액티비티의 인풋은 인간이동 및 이벤트 정보, 공간 및 위상 관계 정보 등이다. 분석 내용은 재난발생 상황에서의 이용객의 피난 경로를 분석하는 것이다.

이를 위해서 본 연구에서는 피난 경로를 탐색(search)하기 위한 알고리즘을 개발하고 있다. 현재까지 진행된 연구 내용으로는 생성된 공간 객체를 토대로 네트워크 모델 설계를 위한 알고리즘의 개념 설계, 피난 경로 탐색을 위한 알고리즘의 개념 설계 등이 진행되었다. 그리고 이 알고리즘들의 개발, 생성된 공간 객체에서 네트워크 모델을 자동으로 생성시키기 위한 방안 등에 대한 연구가 현재 진행 중에 있다.

이 액티비티의 아웃풋은 인간이동 경로이며, 이것은 후속 액티비티인 공간이벤트 관리의 인풋이 된다.

(라) 공간이벤트 관리 (A4)

이 액티비티의 인풋은 인간이동 경로이다. 분석 내용은 크게 일상상황에서의 관리 내용과 재난발생 상황에서의 관리내용으로 구분되며, 아웃풋은 공간 이벤트 정보이다.

먼저 일상상황에서의 관리는 다중이용시설물의 주요 지점(출입구, 로비 천정 등)에 설치된 카메라를 통해서 획득된 영상 정보들을 분석하는 것으로서, 촬영 시점별 각 실의 이용객의 숫자, 밀도, 통로별 이용객의 이동 빈도수 등의 정보를 수집한다. 이 정보들은 일정한 시간 간격으로 측정되어 업데이트 된다. 또한 이것들을 DB에 저장하여 일정기간동안 축적한 다음 분석할 경우, 다중이용시설물의 경영진들은 이 분석 결과를 토대로 영업 전략을 수립하는데 활용할 수 있다(예, 내부공간별 임대 단가 결정, 디스플레이 품목 위치의 전략적 결정 등).

다음으로 재난발생 상황에서의 관리는 재난 발생의 인지/위치/시간, 재난 발생 시점에서의 각 공간별 이용객의 인원수 등의 정보들을 수집한다. 또한 이것들을 활용하여 최적의 피난 경로 탐색, 피난 지시, 피난 지시 결과에 대한 피드백 등을 수행할 수 있다. 특히 재난발생 상황에서의 공간 이벤트 정보의 활용은 매

우 중요한 의미를 갖는다. 현재 사용되고 있는 거의 대부분의 다중이용시설물들은 재난 발생 시 피난 지시 결과에 대한 피드백을 실시할 수 없으며, 이로 인하여 대량인명 피해를 낼 수 있는 가능성을 가지고 있다. 즉, 재난 발생 시 단순하게 비상구의 위치만을 알려주는 것만으로는 대량 인명피해를 막는데 한계가 있다는 것이다.

따라서 특정 비상구로 대피 인원이 집중될 경우, 이를 실시간으로 파악하여 인구 밀도가 낮을 뿐만 아니라 안전한 비상구를 탐색해서 이곳으로 사람들을 분산·유도하는 것과 같은 피드백 기능이 필요하다. 이를 위해서는 실시간으로 공간 이벤트 정보를 획득하는 것은 필수적이다.

3.1.5 3D SICS의 유저 인터페이스

본 항에서는 본 연구에서 제안하는 3D SICS의 활용 방안을 설명하기 위해 현재까지 개발된 3D SICS의 유저 인터페이스의 개발 결과를 설명하고 있다. 이것들은 3D SICS의 가장 기본적인 기능들만을 구현한 것이며, 다중이용시설물 관리자의 업무 효율 향상을 위한 추가 기능의 개발이 필요하다.

3D SICS의 유저인터페이스는 메인 화면과 세부 상세 화면으로 구분된다. 메인 화면은 아래와 같이 공간 정보와 인간 이동 정보를 제공하는 창과 필요한 세부 화면으로 가는 메뉴 등으로 구성되어 있다(그림 8 참조).



그림 8. 3D SICS의 유저인터페이스의 메인 화면

상세화면은 크게 공간정보화면과 인간이동정보화면으로 구분된다. 그림 9는 화재발생 시 공간정보를 제공하는 화면이다. 3D로 해당 공간 전체를 구현하고 재난이 발생한 공간을 2D로 사용자에게 제공함으로써 신속한 상황 파악 및 대처가 가능하도록 설계하였다.

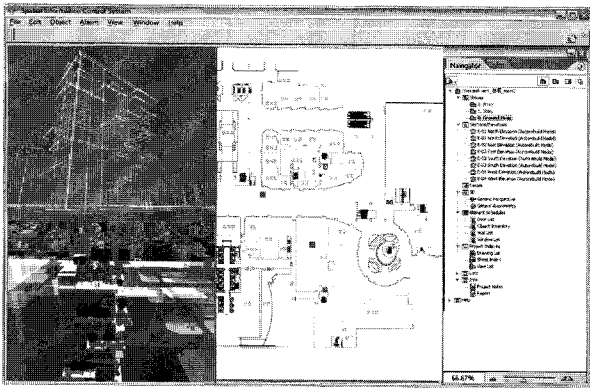


그림 9. 3D SICS의 화재 발생 시의 공간 정보 상세 화면

그림 10은 인간이동정보를 표현하는 상세화면이다. 인간이동 정보 상세화면은 카메라에 잡히는 영상과 공간 내 인간의 밀도, 이동경로 등을 제공하는 화면과 이를 수치적으로 계산하여 데이터베이스화된 정보를 제공하는 화면으로 구성되어 있다.

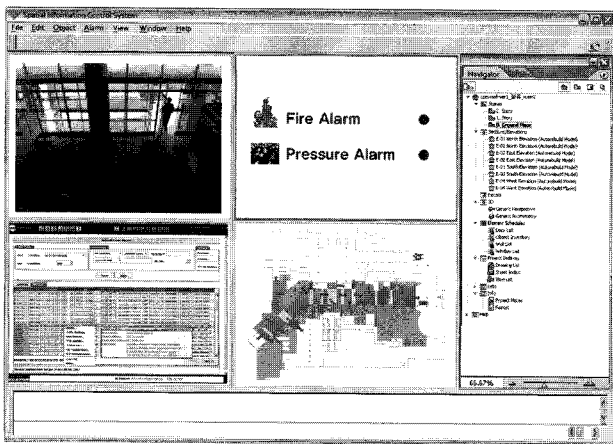


그림 10. 3D SICS의 인간이동정보 상세화면

또한 이 상세화면에서는 인간이동정보와 공간의 기본 정보가 연동되어 일정 공간 내의 인구 밀도를 분석하는 기능도 갖추고 있다. 그림 11은 실제로 3D SICS를 사용하여 관측 공간의 인구 밀도 변화를 시간대 별로 분석한 결과를 보여 주고 있다.

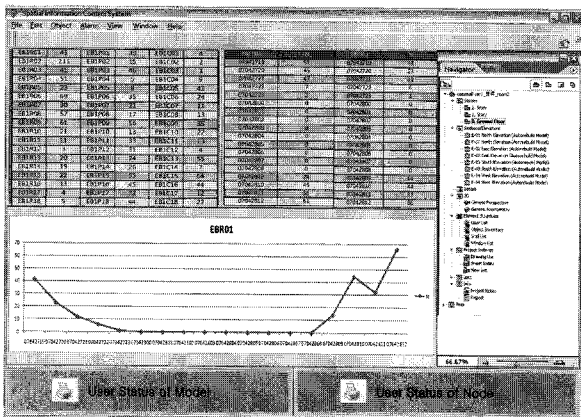


그림 11. 3D SICS의 인간이동정보 분석 화면

4. 3D SICS의 기대효과

본 연구에서 제안하는 3D SICS 개발을 통한 기대효과는 다음과 같다.

첫째, 3D SICS가 U-City 관련 기술로서 활용될 수 있다. 표 3은 국내 지방자치단체들의 유형별 U-City 추진 현황을 정리한 것이다. 이 표에서 알 수 있듯이 국내의 U-City 추진은 도시생활 서비스 구축 이외에 지역도시 경제 활성화를 위한 특화산업 육성 정책을 포함하고 있으며, 산업클러스터, 행정복합도시, 혁신도시, 경제자유도시 등과 같은 지역 특성에 맞는 특화산업을 선정하여 U-City 건설과 결합되어 추진될 예정이다.

그러나 이 계획들은 획일적이며, 우수축순 격의 U-City를 표방하고 있다. 즉 실질적인 건설 프로젝트의 방법론과 비전을 제시하고 있지 못하고 있는 실정이다. 본 연구에서 제안하는 3D SICS는 이러한 문제들에 대한 하나의 해결방안으로서, 다중이용시설물을 대상으로 U-City 구현을 위한 방법론과 비전을 제시하는데 기여할 수 있다.

또한 U-City의 주요 서비스들 중에는 U-Home 등과 같이 건축물 내부공간을 대상으로 하는 것도 있으나, 대부분의 서비스 내용이 도시 전체가 갖추어야만 하는 인프라 스트럭처(infrastructure)들이다. 즉 U-City의 서비스 내용은 도시 외부공간의 지능화, 복합 기능화 등이 주류를 이루고 있다. 이는 내부 공간의 지능화, 복합 기능화에 요구되는 요소기술들(예, 인간의 위치 추적, 인원수 파악 등을 위한 기술 등)이 아직도 많은 한계점을 안고 있기 때문이다. 이러한 측면에서 보았을 때, 본 연구에서 제안하는 3D SICS는 다중이용시설물의 내부 공간의 지능화, 복합 기능화 등을 위한 하나의 방안으로서 활용될 수 있다.

표 3. 유형별 국내 U-City 추진 현황

유형	U-City	특화산업	주요 U-City 서비스
도시생활 서비스 중심	U-강남	-	자녀인식, 장애인도우미, U-민원행정
	U-동탄	-	U-home, U-교통, 원격검침, 지능형 빌딩
	U-수원	-	U-행정, U-관광, U-안전관리
	U-홍덕	-	U-시설물관리, U-교통, 원격검침, U-생활안전
특화산업 육성 중심	U-제주	관광산업	U-교통, U-관광
	U-송도신도시	IT, BT, NT 산업 클러스터	U-교통, U-home, U-환경, U-재래방지, U-의료
	U-부산	해양조선, 국제자유도시	U-port, U-교통, U-convention
	U-전주	영상산업, 기술클러스터	U-문화, U-의료
	U-광주	문화산업	U-문화, U-home
	상암 DMC	모바일 비즈니스 테스트 베드	U-교통, U-환경, U-쇼핑, 유지관리/보수
	U-광교	BT, NT R&D 클러스터	U-시설물관리, U-home, U-환경, U-교통

* 한국건설연구원 U-전략팀, "U-City로 바라보는 미래도시의 모습과 전망," 2005.에서 발췌

둘째, 3D SICS는 다양한 센서 기술들과의 통합에 대한 연구를 통해서 향후 활용분야를 확대할 수 있는 유연성(flexibility)을 가지고 있다. 그림 12는 3D SICS 엔진과 센서 기술들과의 통합에 대한 연구를 통해서 향후 다중이용시설물에서 활용이 가능할 것으로 기대되는 센서의 종류, 요구되는 관리 시스템, 활용 가능 분야 등을 보여주고 있다.

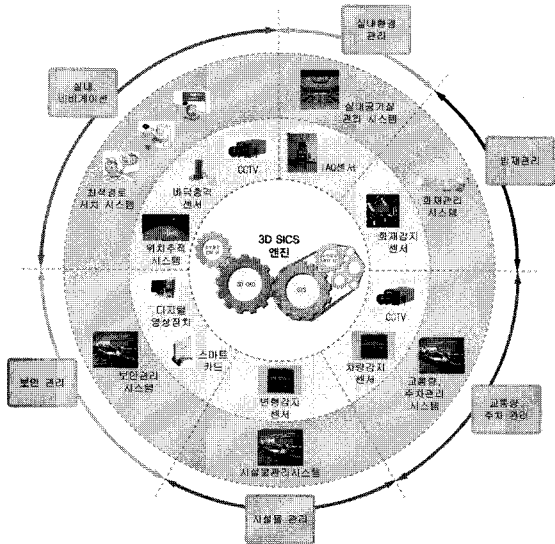


그림 12. 다양한 센서기술들과의 통합화 연구를 통해 기대할 수 있는 3D SICS의 활용 가능 분야들

셋째, 재난방지를 위한 관리 업무의 효율 증대이다. 본 저자들의 조사에 따르면, 우리나라의 대표적인 다중이용시설물인 COEX 몰의 경우 950대의 CCTV 카메라가 설치되어 있으며, 이것들을 15명의 controller가 관리하고 있다. 즉, 1인당 평균 약 63 개의 CCTV 화면을 관리하고 있는 실정이다. 따라서 수많은 CCTV 화면이 보여주는 영상정보들을 관리자의 인지능력에만 의존하여 상황판단하는 데에는 당연히 한계가 있으며, 이로 인해 인적오류의 발생 가능성은 높다고 할 수 있다. 본 연구에서 제안하는 3D SICS와 같은 기술기반(technology based) 의사결정 지원 체계는 이러한 현실적 한계 상황에서 재난방지를 위한 관리업무의 효율을 향상시킬 수 있으며, 관리자들이 범할 수 있는 인적 과오를 줄이는 데에도 기여할 수 있다.

5. 결론

다중이용시설물이란 광장히 포괄적인 범위의 시설물에 관한 정의로써 대부분의 건축물이 여기에 포함된다. 본 연구에서 제안하고자 하는 3D SICS의 개념은 이러한 다중이용시설물 중 특히 복합용도 건축물에서의 활용을 고려한 것이다. 이는 최근 대규모 복합용도시설물의 건축이 현재의 건설 시장에서 하나의 트

렌드로 자리 잡아가고 있기 때문이다.

복합용도시설물의 경우 유동인구가 많고, 공간 구성 또한 매우 복잡하여 건축물 유지관리 측면에서 건축물 공간 정보 관리 및 이용객의 안전 관리의 중요성이 대두되고 있다. 특히 미국의 경우 9·11테러 이후 사회적으로 보안 및 안전관리의 중요성이 강조되고 있다. 또한 국내의 경우 수년 전에 발생했던 대구 지하철 화재 사고는 화재 발생 사실이 좀 더 일찍 파악되고, 이 사실이 신속하게 전파되어 적절한 조치가 취해졌더라면 인명 피해를 크게 줄 일수 있었을 것이라는 교훈을 남겼다. 그러나 현실적으로 이러한 교훈을 바탕으로 개선된 점은 현재까지 별로 두드러지지 않고 있다.

본 연구의 의의는 이러한 사회적 환경 변화와 더불어서 3D CAD/3D GIS 기술 등의 공간관리 기술과 이미지 프로세싱 기술 등 첨단 IT기술들의 컨버전스 연구를 통해서 새로운 공간 관리 시스템의 개발과 이 시스템이 가져올 수 있는 여러 가지 가능성들을 제시하는데 있다.

본 연구는 이러한 니즈에 기인하여 다중이용시설물에서 이용객의 흐름을 관리하기 위한 기술기반(technology-based) 시스템의 개념을 제안하고, 시스템의 개발을 위한 요소기술의 도출, 통합화방안, 시스템의 기대효과 등을 설명하고 있다.

본 연구에서는 불특정 다수가 이용하는 다중이용시설물에서의 인간의 흐름 정보를 파악하기 위한 기술로서 이미지 프로세싱 기법의 활용을 제안하고 있다. 그러나 이 기법은 완벽한 것이 아니며, 몇 가지 한계점을 가지고 있다. 먼저 이동하는 인간의 숫자를 정확하게 측정해 내지는 못 하는데, 현재까지 알려진 정확도는 약 85% 정도이다. 또한 카메라의 설치 각도, 설치 높이, 설치 공간의 건축적 특성(복도의 형태 등), 조명 상태, 관측 공간의 배경 등에 따라서도 측정 결과는 상이하게 나타난다. 그리고 인간이 군집 단위로 이동할 경우 개인 단위로 이동할 때보다 인간의 숫자를 정확하게 계산해 내지 못하는 등의 한계점도 있다.

따라서 이미지 프로세싱 기법이 인간의 숫자를 좀 더 정확하게 계산해 낼 수 있는 최적 조건들을 찾는 연구가 필요하며, 현재 이에 대한 연구가 진행 중에 있다. 그리고 이와 더불어서 적외선 센서, 초음파 센서, 바닥 충격 센서 등과 같은 센서 기술들과의 통합화에 대한 연구를 수행할 경우 이미지 프로세싱 기법의 정확도는 더욱더 향상 될 것으로 판단되며, 이에 대한 연구 또한 현재 진행 중에 있다.

또한 본 연구에서 제안한 요소기술들의 통합화 방안 및 3D SICS의 개념 등은 개발이 완료되지 않은 것으로서, 아직은 하나의 개념 단계에 머물러 있다. 따라서 향후에는 3D SICS를 개발 완료한 후, 이것의 적정성을 검증하는 일련의 연구 또한 필요하다.

참고문헌

1. 김수영, 윤승진, 김응식, 김홍 (1998) "재실자의 피난예측 Program 개발," 한국산업안전학회 98 춘계학술논문발표회 논문집, 한국안전학회, pp.113~118.
2. 박재성, (2005), "다중이용시설의 화재 위험과 피난대책," 위험관리지 2005 겨울호.
3. 박재성, 윤명오 (2004), "대규모 미로형 다중이용공간에서의 피난경로선택 특성에 관한 연구," 대한건축학회 논문집(구조계), 대한건축학회, 제20권 제9호, pp.71~79.
4. 박창영, 최창호 (2006), "신체 특징이 피난시간과 흐름율에 미치는 영향에 관한 연구," 대한건축학회 논문집(계획계), 대한건축학회, 제22권 제12호, pp.283~291.
5. 소은탁, 송병하 (2005), "멀티플렉스 영화관의 피난계획에 관한 연구," 한국실내디자인학회 논문집, 한국실내디자인학회, 제14권 제3호, pp.147~156.
6. 안은희 (2005), "복합영화관에서 피난행태특성에 근거한 피난로 설계에 관한 연구," 대한건축학회 논문집(계획계), 대한건축학회, 제21권 제10호, pp.131~138.
7. 여홍구, (2005), "도시 및 단지," 건축, 대한건축학회, 제49권 제11호, pp. 71~73.
8. 최재필, 김민석, 최현철 (2006), "시각과 거리를 이용한 피난비용 분석 기법 개발," 대한건축학회 논문집 (계획계), 대한건축학회, 제22권 제12호, pp.115~122.
9. 한국전산원 U-전략팀, "U-City로 바라보는 미래도시의 모습과 전망," 2005.
10. 한일호, "자동물체 추적기술 개요," La-Terra 사의 내부 교육 자료, 2006.
11. 홍원화, 김태현, 전규엽 (2006), "비상시 지하공간의 초기 피난 및 구조 활동 분석에 관한 연구," 대한건축학회 논문집(계획계), 대한건축학회, 제22권 제3호, pp.263~271.
12. 홍천화 (2002), "초고층 건물의 피난 시뮬레이션," 대림기술정보, 대림산업기술연구소, 제67권, pp.96~111.
13. A.K.Gupta, P.K.Yadav (2002), "SAFE-R: a new model to study the evacuation profile of a building," Fire Safety Journal, v.39 n.7, pp.539~556.
14. Antonio Albiol, Valery Naranjo and Inmaculada Mora, "Real-Time High Density People Counter using Morphological Tools," Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions, Vol. 2, pp.204~218.
15. Bo Wu, Ramakant Nevatia, "Detection of Multiple, Partially Occluded Humans in a Single Image by Bayesian Combination of Edgelet Part Detectors," 10th IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV 2005), Vol. 1, pp.90~97.
16. Dan Kong, Doug Gray and Hai Tao, Pattern Recognition, "A Viewpoint Invariant Approach for Crowd Counting," Pattern Recognition, 2006. ICPR 2006. 18th International Conference, Vol. 3, pp.1187~1190.
17. D.L.Zhao, L.Z.Yang, J.Li, Y.Zhu (2006), "Relationship between Performance-based Design of Building Exits and State Transition of Pedestrian Flow during Occupant Evacuation," Journal of Fire Protection Engineering, Society for Fire Protection Engineers, v.16, n.4, pp.269~281.
18. Ernesto L. Andrade, Scott Blunsden and Robert B. Fisher, "Hidden Markov Models for Optical Flow Analysis in Crowds," Proceedings of the 18th International Conference on Pattern Recognition (ICPR' 06), Vol. 1, pp.460~463.
19. John J.Fruin (1993), "The causes and prevention of crowd disaster," International Conference on Engineering for Crowd Safety, London.
20. Giovanni Garibotto, Carlo Cibeil, "3D Scene Analysis by Real-Time Stereovision," Image Processing, 2005. ICIP 2005. IEEE International Conference, Vol. 2, pp.105~108.
21. K. Terada, D. Yoshida and S. Oe J. Yamaguchi, "A Counting Method of the Number of Passing People Using a Stereo Camera," Industrial Electronics Society, 1999. IECON '99 Proceedings. The 25th Annual Conference of the IEEE, Vol. 3, pp.1318~1323.
22. Lars Benthorn, H?kan Frantzich (1998), "Fire alarm in a public building: how do people evaluate information and choose an evacuation exit?," Human Behaviour in Fire Proceedings of the First International Symposium, University of Ulster, Northern Ireland.
23. Lo S.M, Fang Z, Zhi G.S, Yuen K.K (2002), "A computer simulation model of emergency egress for space planners," Facilities, v.20 n.7-8, pp.262~270.

24. Ronald Oldengarm (2003), "Simulating building evacuations with a model," Eighth International IBPSA Conference Eindhoven, Netherlands.
25. Sergio A. Velastin, Boghos A. Boghossian, Benny Ping Lai Lo, Jie Sun, Maria Alicia Vicencio-Silva, (2005) "PRISMATICA: Toward Ambient Intelligence in Public Transport Environments," IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS-PART A: SYSTEMS AND HUMANS, VOL. 35, NO. 1, JANUARY 2005, pp.164~183.
26. Sheng-Fuu Lin, Jaw-Yeh Chen and Hung-Xin Chao, "Estimation of Number of People in Crowded Scenes using Perspective Transformation," IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics, Vol. 31, pp.645~654.
27. Thompson P.A., Marchant E.W. (1995), "Testing and Application of the Computer Model 'SIMULEX'," Fire Safety Journal, v.24 n.2, pp.149~166.
28. Thou-Ho (Chao-Ho) Chen, Tsong-Yi Chen and Zhi-Xian Chen, "An Intelligent People-Flow Counting Method for Passing Through a Gate," Robotics, Automation and Mechatronics, 2006 IEEE Conference, pp.1~6.
29. Xiaoshan Pan, Charles S.Han, Kincho H.Law, Jean-Claude Latombe, "A computational framework to simulate human and social behaviors for egress analysis," ICCCB paper. Stanford University, 2000.
30. Xiaoyu Huang, Liyan Li and Terence Sim, "Stereo-based human head detection from crowd scenes," 2004 International Conference on Image Processing (ICIP), Vol 2, pp.1353~1356.

논문제출일: 2007.10.12

심사완료일: 2008.02.15

Abstract

A controller who is responsible for visitor's safety makes a decision about measures for visitor safety in human-based decision making process. Many potential accidents that are caused by human error lurk in results of the process. The accidents can be decreased by changing the decision making process from human-based into technology-based. Technology-based decision making process can catch a controller's attention through data filtering, alarm filtering, and so on. So, the controller can get information on occurrence of an unforeseen accident pro-actively.

The objective of this study is to suggest a concept of 3D spatial information control system for visitor flow control in multi complex building using technology-based decision making process. This study shows utilization of the system and contribution.

Keywords : A System for Visitor Flow Control in Multi Complex Building, 3D Spatial Event Information Control System, 3D CAD, 3D GIS, Image Processing